

**PERENCANAAN
SISTEM ELEKTRIKAL DAN *AIR CONDITIONER*
PADA APARTEMEN MENARA ONE SURAKARTA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana teknik



Oleh :

ULIL ALBAB AL FARUQ
NIM. I14142025

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2017**



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SEBELAS MARET - FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TRANSFER TEKNIK MESIN

Jl Ir Sutami No. 36A Ketingan Surakarta Telp. 0271 632163 web: mesin.ft.uns.ac.id

**SURAT TUGAS PEMBIMBING DAN PENGUJI TUGAS AKHIR
PROGRAM SARJANA TEKNIK MESIN UNS**

Program Studi : **S1 Transfer Teknik Mesin**

Nomor : **0766/TA/S1/11/2016**

Nama : **ULIL ALBAB AL FARUQ**
NIM : **I14142025**
Bidang : **Desain**
Pembimbing 1 : **Dr. BUDI SANTOSO, ST, MT/197011052000031001**
Pembimbing 2 : **CHICO HERMANU B.A, S.T., MEng/198804162015041002**

Penguji : **1. Miftahul Anwar, PhD/ 1983032420130201**
2. WIBOWO, ST,MT/ 196904251998021001
3. Dr. BUDI KRISTIAWAN, ST., MT./ 197104251999031001

Mata Kuliah Pendukung

1. **TEKNIK REFRIGERASI (MS06023-15)**
2. **ALIRAN DUA FASE (MS06063-15)**
3. **POMPA DAN KOMPRESOR (MS06103-15)**

Judul Tugas Akhir

**"PERENCANAAN SISTEM ELEKTRIKAL DAN AIR
CONDITIONER PADA APARTEMEN MENARA ONE
SURAKARTA"**



Surakarta, **2017-04-25 13:29:43**
Kepala Program Studi S1 Teknik Mesin,

DR ENG. SYAMSUL HADI, ST, MT
NIP. **197106151998021002**

Tembusan :

1. Mahasiswa ybs.
2. Dosen Pembimbing TA ybs.
3. Koordinator TA.
4. Arsip.

MOTTO

*“Kesuksesan tidak dilihat dari hasilnya, tapi dari prosesnya, karena hasil dapat direkayasa dan dibeli, sedangkan **proses** selalu jujur menggambarkan diri kita sesungguhnya”*

“Selalu ada jalan bagi mereka yang sering berusaha, selalu ada harapan bagi mereka yang sering berdoa”

“Seseorang akan menjadi lebih kuat seiring halangan dan ombak (masalah) yang menerpa dirinya”

“Seseorang harus melewati tantangan jika ingin berkembang”

HALAMAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ulil Albab Al Faruq

NIM : 114142025

Program Studi : S1 Teknik Mesin Transfer

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Perencanaan Sistem Elektrikal dan *Air Conditioner* pada Apartemen Menara *One* Surakarta” adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan.

Surakarta, 24 Juli 2017



Ulil Albab Al faruq

**PERENCANAAN SISTEM ELEKTRIKAL DAN AIR CONDITIONER PADA
APARTEMEN MENARA ONE SURAKARTA**

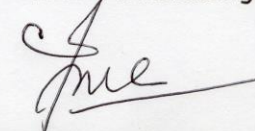
Disusun Oleh

ULIL ALBAB AL FARUQ
NIM : 114142025

Dosen Pembimbing 1

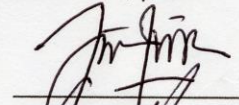



Dr. BUDI SANTOSO, ST, MT
NIP. 197011052000031001

Dosen Pembimbing 2


CHICO HERMANU B.A, S.T., MEng
NIP. 198804162015041002

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal **21-07-2017**, pukul **08:00:00**, bertempat di **M.101, Gd.1 FT-UNS**.


1. Miftahul Anwar, PhD
1983032420130201
2. WIBOWO, ST,MT
196904251998021001
3. Dr. BUDI KRISTIAWAN, ST., MT.
197104251999031001


Kepala Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Surakarta

DR. ENG. SYAMSUL HADI, ST, MT
NIP. 197106151998021002

Koordinator Tugas Akhir


DR. NURUL MUHAYAT, ST, MT
NIP. 197003231998021001

ABSTRAK

PERENCANAAN SISTEM ELEKTRIKAL DAN AIR CONDITIONER PADA APARTEMEN MENARA ONE SURAKARTA

ULIL ALBAB AL FARUQ

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Surakarta

Email: ualbab@ymail.com

Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu sistem elektrikal dan *Air Conditioner* pada apartemen Menara *One* Surakarta. Perencanaan sistem elektrikal mengacu pada standar PUIL 2000, sedangkan perencanaan sistem *Air Conditioner* mengacu pada SNI 03-6572-2001. Secara umum perencanaan ini dimulai dari menentukan jumlah penerangan ruangan, beban pendinginan, luas penghantar kabel, pengaman, penurunan tegangan pada penghantar yang dipilih, kapasitas genset dan transformator. Perencanaan sistem elektrikal dan air conditioner digambar menggunakan software AutoCAD 2014. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa apartemen Menara *One* memerlukan daya sebesar 982,31 kVA. Susut tegangan dari panel terjauh ke *LVMDP (Low Voltage Main Distribution Panel)* 1,89% atau 7,19 V. Kapasitas genset dan transformator adalah 1000 kVA. Sedangkan AC menggunakan tipe split (*wall mounted dan ceiling cassette*) dengan kapasitas mulai 5000BTU/hr ; 7000BTU/hr ; 9000BTU/hr ; 12000BTU/hr ; 26000 BTU/hr ; 30000BTU/hr dan 36000BTU/hr.

Kata Kunci : Sistem elektrikal, Sistem Air Conditioner, penerangan, daya, AutoCAD 2014.

ABSTRACT

DESIGN OF ELECTRICAL SYSTEM AND AIR CONDITIONER ON APARTEMENT MENARA ONE SURAKARTA

ULIL ALBAB AL FARUQ

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering,
Sebelas Maret University Surakarta
Email: ualbab@ymail.com

The Research aims to design electrical system and air conditioner system on Menara One apartement Surakarta. Design electrical system refers to standard PUIL 2000, while design air conditioner system refers to SNI 03-6572-2001. In general, this design begin with the calculations such as indoor lighting requirements, cooling load capacity, conductor diameter, breaking capacity, voltage drop across chosen cables, genset and transformator capacity. Electrical system and Air Conditioner systems are drawn using AutoCAD 2014 software. Design results show that Menara One apartment requires power of 982,31 kVA. Drop the voltage from the farthest panel to LVMDP (Low Voltage Main Distribution Panel) 1,89% or 7,19 V. Genset and transformator capacity are 1000 kVA. While, air conditioner system use split type (wall mounted dan ceiling cassette) with value capacity from 5000BTU/hr ; 7000BTU/hr ; 9000BTU/hr ; 12000BTU/hr ; 26000 BTU/hr ; 30000BTU/hr and 36000BTU/hr

Keyword: Electrical System, Air Conditioning System, lighting, power, AutoCAD 2014.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi sebagian persyaratan guna mencapai gelar sarjana teknik di Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sangat mendalam kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian dan penulisan skripsi ini, khususnya kepada :

1. Bapak Dr. Budi santoso, S.T., M.T. selaku pembimbing I yang dengan sabar dan penuh pengertian telah memberikan banyak bantuan dalam penulisan skripsi ini.
2. Bapak Chico Hermanu B.A, S.T., M.Eng. selaku pembimbing II atas bimbingannya hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini,
3. Bapak Dr. Eng. Syamsul Hadi, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNS.
4. Bapak Nurul Muhayat S.T.,M.T., selaku koordinator Tugas Akhir
5. Bapak Wibowo S.T.,M.T., selaku Pembimbing Akademis yang telah menggantikan sebagai orang tua penulis dalam menyelesaikan studi di Universitas Sebelas Maret Surakarta ini.
6. Seluruh dosen Teknik Mesin FT UNS atas nilai – nilai mata kuliah dan pengetahuannya.
7. Bapak, Ibu, dan Kakak tercinta yang telah memberikan sumbangan besar baik moril maupun materil.
8. Teman – teman Teknik Mesin Ekstensi 2014 FT UNS yang sangat banyak membantu selama masa-masa yang sulit.
9. Berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas bantuan dan dorongan semangat serta do'anya, terima kasih.

Penulis menyadari, bahwa dalam skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, bila ada saran, koreksi dan kritik demi kesempurnaan skripsi ini, akan penulis terima dengan ikhlas dan dengan ucapan terima kasih.

Dengan segala keterbatasan yang ada, penulis berharap skripsi ini dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, Juli 2017

Penulis,

DAFTAR ISI

Abstrak	vi
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Lampiran	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan dan Manfaat Perencanaan.....	2
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II. DASAR TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori.....	5
2.2.1 Instalasi listrik	5
2.2.2 Perencanaan instalasi listrik	5
2.2.3 Distribusi tenaga listrik	6
2.2.4 Komponen distribusi tenaga listrik pada gedung.....	7
A. Gardu induk.....	7
B. Transformator <i>step down</i>	7
C. Panel distribusi.....	8
2.2.5 Komponen distribusi dan alat proteksi dalam panel	9
A. Kabel/penghantar	9
B. Pengaman	12
2.2.6 Instalasi penerangan.....	14
A. Perhitungan jumlah lampu	14
B. Lampu penerangan.....	15
2.2.7 Generator Set (Genset).....	16
2.2.8 Sistem pengaman pada bangunan	17
A. Kebutuhan instalasi penangkal petir pada bangunan	17
B. Daerah perlindungan penangkal petir	19
C. Sudut perlindungan penangkal petir	19
D. Pembedaan.....	20
2.2.9 Definisi <i>Air Conditioning</i>	21
A. Sistem AC	21
B. Hal yang diperhatikan dalam pemasangan AC	22
C. Perhitungan <i>cooling load</i>	23
2.2.10 Perancangan ventilasi mekanis	27

BAB III. METODE PENELITIAN.....	28
3.1 Gambaran Umum Penelitian	28
3.1.1 Denah gedung	29
3.2 Alat dan Bahan	30
3.2.1 Alat penelitian	30
3.2.2 Bahan penelitian	30
3.3 Prosedur Penelitian	31
3.3.1 Pengumpulan data	31
3.3.2 Pengolahan data.....	31
3.3.3 Analisis data	32
3.3.4 Gambar teknik	32
3.4 Diagram Alir Penelitian	34
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Perhitungan Penerangan	35
4.2 Perhitungan Kapasitas AC	38
4.2.1 Metode perhitungan ASHRAE.....	39
4.2.2 Metode perhitungan lapangan	48
4.2.3 Pemilihan jenis AC.....	48
4.3 Perhitungan Kapasitas Ventilasi Mekanik	49
4.3.1 Pemilihan jenis exhaust fan	50
4.4 Hunian Apartemen.....	52
4.4.1 Instalasi penerangan hunian apartemen	52
4.4.2 Penentuan kapasitas AC hunian apartemen	54
4.4.3 Penentuan kapasitas exhaust fan hunian apartemen	54
4.4.4 Peralatan listrik hunian apartemen.....	55
4.4.5 Total beban listrik hunian apartemen.....	56
4.5 Lantai Dasar.....	56
4.5.1 Instalasi penerangan lantai dasar	56
4.5.2 Peralatan listrik lantai dasar	59
4.5.3 Total beban listrik lantai dasar	60
4.6 Lantai 1	61
4.6.1 Instalasi penerangan lantai 1	61
4.6.2 Penentuan kapasitas AC lantai 1	62
4.6.3 Penentuan kapasitas exhaust fan lantai 1	63
4.6.4 Total beban listrik lantai 1	63
4.7 Lantai 2-10.....	64
4.7.1 Instalasi penerangan lantai 2-10	64
4.7.2 Total beban listrik lantai 2-10.....	65
4.8 Lantai 11	66
4.8.1 Instalasi penerangan lantai 11	66
4.8.2 Total beban listrik lantai 11	66

4.9 Lantai 12	67
4.9.1 Instalasi penerangan lantai 12.....	67
4.9.2 Penentuan kapasitas AC lantai 12.....	69
4.9.3 Penentuan kapasitas exhaust fan lantai 12.....	70
4.9.4 Total beban listrik lantai 12	70
4.10 Lantai Atap	71
4.10.1 Instalasi penerangan lantai atap	71
4.10.2 Peralatan listrik lantai atap.....	72
4.10.3 Total beban listrik lantai atap.....	73
4.11 Pembagian Kelompok Panel dan Total Beban Keseluruhan	73
4.11.1 Total beban keseluruhan	74
4.12 Kebutuhan Transformator.....	74
4.13 Generator Set	75
4.14 Analisa Perhitungan Besar Penampang Kabel & Arus Pengaman	77
4.14.1 Perhitungan besar penampang	77
4.14.2 Tray kabel	78
4.14.3 Perhitungan rating arus pengaman.....	78
4.14.4 Pengaman sirkit akhir	79
4.15 Analisa Kabel Pentanahan.....	81
4.16 Analisa Susut Tegangan	81
4.17 Sistem Pengaman Bangunan	82
4.17.1 Kebutuhan instalasi penangkal petir pada bangunan.....	82
4.17.2 Radius penangkal petir.....	83
4.17.3 Pembumian penangkal petir.....	85
4.18 Analisis dan Diskusi.....	86
4.18.1 Perbandingan dengan penelitian Basri (Basri, 2008).....	86
4.18.2 Perbandingan dengan penelitian Susanta (Susanta, 2010)	86
4.18.3 Perbandingan dengan penelitian Santoso (Santoso, 2014)	87
BAB V. PENUTUP.....	88
5.1 Kesimpulan.....	88
5.2 Saran	89
DAFTAR PUSTAKA	90
LAMPIRAN.....	92

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perkiraan bahaya petir (R).....	17
Tabel 2.2	Macam struktur bangunan (A)	18
Tabel 2.3	Konstruksi bangunan (B)	18
Tabel 2.4	Tinggi bangunan (C)	18
Tabel 2.5	Situasi bangunan (D).....	18
Tabel 2.6	Pengaruh kilat (E).....	19
Tabel 2.7	Resistansi jenis tanah	20
Tabel 2.8	Konversi daya AC	27
Tabel 2.9	Frekuensi pergantian udara	27
Tabel 3.1	Fungsi bangunan setiap lantai terhadap jumlah penghuni	29
Tabel 3.2	Jadwal pelaksanaan penelitian	32
Tabel 4.1	Tingkat pencahayaan yang direkomendasikan	36
Tabel 4.2	Rata-rata suhu dan kelembaban udara kota surakarta 2016	39
Tabel 4.3	CLTD pada dinding	40
Tabel 4.4	Koefisien U pada dinding batako dengan plester	40
Tabel 4.5	Perhitungan <i>cooling load</i> dinding	41
Tabel 4.6	Faktor panas yang melewati kaca.....	41
Tabel 4.7	Faktor jenis kaca yang digunakan	41
Tabel 4.8	Perhitungan <i>cooling load</i> kaca	42
Tabel 4.9	Temperature difference pada atap	43
Tabel 4.10	Standar kebutuhan ventilasi	46
Tabel 4.11	Panas sensibel dan laten pada manusia	47
Tabel 4.12	Tipe AC	49
Tabel 4.13	Kebutuhan udara	50
Tabel 4.14	Jenis Ventilasi Mekanik / <i>Exhaust Fan</i>	51
Tabel 4.15	Kebutuhan lampu penerangan hunian apartemen	53
Tabel 4.16	Perhitungan kapasitas AC hunian apartemen.....	54
Tabel 4.17	Perhitungan kapasitas Exhaust Fan hunian	54
Tabel 4.18	Kalkulasi kebutuhan daya listrik hunian apartemen	56
Tabel 4.19	Perhitungan kebutuhan jumlah penerangan pada lantai dasar	58
Tabel 4.20	Perhitungan kapasitas Exhaust Fan lantai dasar.....	59
Tabel 4.21	Total beban listrik lingkup pekerjaan plambing dan <i>hydrant</i>	60
Tabel 4.22	Total beban Lantai dasar	60
Tabel 4.23	Perhitungan kebutuhan jumlah penerangan pada lantai 1	62
Tabel 4.24	Perhitungan kapasitas AC lantai 1	63
Tabel 4.25	Perhitungan kapasitas Exhaust Fan lantai 1	63
Tabel 4.26	Total beban Lantai 1	63
Tabel 4.27	Perhitungan kebutuhan jumlah penerangan koridor lantai 2-10	65

Tabel 4.28	Kalkulasi perhitungan kebutuhan listrik lantai 2-10	65
Tabel 4.29	Perhitungan kebutuhan jumlah penerangan lantai 11	66
Tabel 4.30	Kalkulasi perhitungan kebutuhan listrik lantai 11.....	67
Tabel 4.31	Perhitungan kebutuhan jumlah penerangan lantai 12	69
Tabel 4.32	Perhitungan kapasitas AC lantai12	70
Tabel 4.33	Perhitungan kapasitas Exhaust Fan lantai 12	70
Tabel 4.34	Total beban Lantai 12.....	70
Tabel 4.35	Hasil perhitungan kebutuhan penerangan pada lantai atap	72
Tabel 4.36	Perhitungan kapasitas exhaust fan ruang mesin lift	72
Tabel 4.37	Total beban Lantai atap	73
Tabel 4.38	Total Beban Menara One	74
Tabel 4.39	Spesifikasi Genset	76
Tabel 4.40	KHA penghantar NYM	77
Tabel 4.41	Perhitungan kapasitas MCB hunian tipe 1	79
Tabel 4.42	Kapsitas MCCB setiap panel	80
Tabel 4.43	Luas penghantar minimum proteksi	81
Tabel 4.44	Standar radius proteksi petir Flash Vector 3	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Saluran transmisi dan distribusi.....	7
Gambar 2.2	Kabel jenis NYA	9
Gambar 2.3	Kabel jenis NYM	10
Gambar 2.4	Kabel jenis NYY	10
Gambar 2.5	Kabel jenis NYFGby	11
Gambar 2.6	Bagian-bagian MCB 1 fasa	13
Gambar 2.7	MCB	13
Gambar 2.8	Macam-macam lampu	16
Gambar 2.9	Skematik proses aliran freon	21
Gambar 2.10	Sistem AC sentral	22
Gambar 2.11	Contoh beban pendingin ruangan	24
Gambar 3.1	Desain apartemen dan denah lokasi	28
Gambar 3.2	Diagram alir penelitian	34
Gambar 4.1	Denah apartemen tipe 1	35
Gambar 4.2	Penerangan apartemen tipe 1	38
Gambar 4.3	Denah lantai 1 dengan batasan perhitungan beban pendingin	38
Gambar 4.4	Konstruksi atap	42
Gambar 4.5	Konstruksi lantai	43
Gambar 4.6	Armatur dan lampu penerangan hunian apartemen	52
Gambar 4.7	Armatur dan lampu penerangan parkir.....	56
Gambar 4.8	Armatur dan lampu penerangan ruang utilitas	57
Gambar 4.9	Armatur dan lampu penerangan tangga.....	57
Gambar 4.10	Armatur dan lampu penerangan outdoor.....	58
Gambar 4.11	Armatur dan lampu darurat	58
Gambar 4.12	Armatur dan lampu penerangan jenis downlight.....	61
Gambar 4.13	Armatur dan lampu penerangan ruang fitness	62
Gambar 4.14	Armatur dan lampu penerangan ruang resto	68
Gambar 4.15	Armatur dan lampu penerangan ruang dapur	68
Gambar 4.16	Armatur dan lampu penerangan roof garden	69
Gambar 4.17	Armatur penerangan ruang panel dan TPS	72
Gambar 4.18	Transformer step down 1000kVA merk Centrado	75
Gambar 4.19	Penangkal petir sistem prevector.....	83
Gambar 4.20	Radius perlindungan penangkal petir	85

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Tabel Dan Spesifikasi

- Lampiran 1. Tipe Hunian Apartemen
- Lampiran 2. Besar Penerangan yang Dianjurkan
- Lampiran 3. Jenis Lampu dan Armature
- Lampiran 4. Jenis dan Macam Ventilasi Mekanik
- Lampiran 5. Jenis dan Macam AC
- Lampiran 6. KHA Penghantar dan Luas Penampang
- Lampiran 7. Tahanan dan Reaktansi Kabel
- Lampiran 8. MCB dan MCCB
- Lampiran 9. Spesifikasi Transformer Stepdown
- Lampiran 10. Perhitungan kapasitas MCB hunian Apartemen

Lampiran Gambar Teknik